



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

## **CREENCIAS DE ESTUDIANTES Y PROFESORES SOBRE MOVIMIENTO**

Pérez Silva J.L., Miranda Vitela A, Gamboa Rodríguez F., Lara Rosano F.  
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM  
Cto. exterior S / n, Cd.. Universitaria, 04510 Ciudad de México.  
E-mail: pepito@aleph.cinstrum.unam.mx

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta un estudio llevado a cabo entre estudiantes de bachillerato y profesores de física del mismo nivel educativo sobre las creencias que ambos tienen sobre el movimiento. Para los estudiantes usamos el método clínico en una cámara de Hessel, y los profesores fueron interrogados en un curso de la formación de profesores de física. Se explica la forma en que fue llevado a cabo, los protocolos obtenidos y las conclusiones.

### **1. INTRODUCCION**

A través de 30 años de enseñanza en bachillerato y primeros años en la universidad, hemos notado que algunas asignaturas son difíciles de capturar para los estudiantes. Conceptos como la manera en que las cosas se mueven, la energía y trabajo, las leyes de Newton, etcétera. Hemos estado buscando todo este tiempo las maneras de las enfrentarse con el problema, pero no hemos sido capaces de tener un impacto sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Este hecho nos llevó a experimentar con ellos en los laboratorios para desarrollar conceptos y la solución de problemas en una manera teórica. Teníamos el propósito de estudiar sus creencias sobre tales conceptos. Con este objetivo diseñamos y aplicamos varias pruebas a algunos grupos. El objetivo fue preguntar al estudiante sobre su propia percepción del mundo físico. Desafortunadamente descubrimos que el estudiante contestó que la prueba de acuerdo con su propia conjetura de la respuesta correcta para el profesor, en ningún caso ellos respondieron con sus propias ideas a las preguntas. Llegamos a la conclusión de que la prueba y la manera en que fue aplicada llevaron que a los estudiantes sintieran la presión de un examen, y por lo tanto, contestaron lo que pensaban que el profesor esperaba, a pesar de que era una prueba anónima y con la instrucción específica de expresar sus propias ideas.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Los resultados y las estadísticas no correspondían con los obtenidos en el aula así que decidimos usar una técnica de las entrevistas personales conseguir la cercanía con el estudiante. Se diseñó un laboratorio para este propósito con una cámara de Hessel, que permitió que observáramos a los estudiantes en un ambiente fuera del aula.

Para aumentar el cambio en la perspectiva pusimos a un estudiante de posgrado, con una apariencia juvenil y sin unos conocimientos hondos en física, a dirigir las entrevistas. Con este plan el entrevistador podía ponerse cerca de los estudiantes ser sin percibido como un profesor. También usamos un lenguaje común sin la intención de corregir o explicar los conceptos físicos así que los estudiantes podían explicar libremente sin un prejuicio. El laboratorio tenía una mesa de trabajo, una sala pequeña y un baño para hacerlo tan lejos a un aula como sea posible (Figura 1).



Figura 1. Estudiantes tratan de definir y explicar el "Movimiento"

En el laboratorio la habitación de observación tenía videocámaras y grabadoras de video para estar al tanto de todo que ocurrió. El entrevistador tenía un sistema de comunicación, por medio del cual los investigadores podían sugerir las preguntas y realimentar a los estudiantes ideas para evaluar su consistencia.

## 2. TRABAJO CON ESTUDIANTES

El primer concepto estudiado era el movimiento, que es un concepto fundamental de la física. Pusimos sobre la mesa de trabajo un riel sin fricción, un metro, un cronómetro y hojas de papel. Los estudiantes no fueron instruidos de usar el equipo, fueron dejados libres de usar lo que quisieran para defender y explicar sus ideas. Se presenta un pasaje muy interesante del diálogo. Los estudiantes son etiquetados como O, R y J. el entrevistador es etiquetado con D.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- D. - ¿qué es el movimiento?  
O. - es el desplazamiento el que el cuerpo tiene.  
R. - cuando se aplica una fuerza.  
D. - guau, eres es muy científico, pero en palabras comunes.  
O. - cambiar de lugar  
J. - cambiar de lugar  
R. - cambiar de lugar  
J. - al cambio de posición pero no de lugar.  
D. - el cambio de posición, como ven que desde aquí a allí, esto está aquí (cambia de lugar una pelota en el riel) y ahora es allí, el cambio de posición.  
R. - relativamente  
J. - relativamente  
O. - Ella lo movió, es realmente el movimiento  
J. - No  
R. - es el movimiento  
D. - cambia de lugar el cronómetro y pregunta, ¿éste no es un movimiento?  
O. - es también un movimiento. Cambia de lugar el cronómetro y dice: pero aquí tenemos un rozamiento  
D. - aquí tenemos un rozamiento y por esa razón se mueve.  
O. - no  
R. - no  
O. - no, porque lo estoy aplicando una fuerza. Lo levanta y dice: aquí también estoy aplicando una fuerza, y lo estoy desplazando a otro lugar.  
R. - está cambiando de lugar por lo tanto se está moviendo  
D. - Para conseguir movimiento debe tener un cambio en posición. ¿Es requerido?  
R. - sí  
O. - sí  
J. - sí  
J. - no, quizás podemos cambiarlo de lugar y guarda su posición  
R. - con el cronómetro parado dice: a decir verdad ahora mismo se está moviendo.  
D. - ¿ahora mismo se está moviendo?  
R. - sí  
D. - rara vez lo veo mover se, pero ¿cómo?  
R. - no porque le somos fieles.  
D. - Ole, déjenme ver y toma un borrador y lo pone sobre la mesa. Ahora mismo se está moviendo.  
R. - sí  
D. - ¿no?  
R. - sí  
O. - sí



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

J. - sí

D. - ¿no?

J. - digo que no, pero ¿qué se está levantado con él?

D. - ¿por qué se está moviendo? Pregunta a R

J. - sí, porque estamos avanzando con la Tierra.

D. - Dios

J. - es el espacio.

D. - pone el cronómetro encima de la goma de borrar y pregunta se está moviendo?

O. - No R. - sí

O. - bien, al ojo humano con la vista normal, no

R. - no al ojo humano.

O. - golpea la mesa y dice: si hago esto vibra un poquito.

D. - vibra y si vibra se mueve.

O. - sí

R. - sí

D. - está bien. Vamos a hablar del cronómetro. ¿Se está moviendo? Cambia de lugar el borrador con el cronómetro sobre él.

O. - sí

R. - sí

J. - no

D. - ¿no se está moviendo?, ¿Se está moviendo?

J. - se está desplazando.

D. - se desplaza y desplazar es moverse, ¿si o no?

R. - sí

O. - pero si hago esto (y lo cambia de lugar de un lado al otro), el cronómetro no se cae.

D. - (lo tarda a la goma de borrar y el movimiento más rápidamente), ¿si lo hago incluso más rápido se mueve o no? (El cronómetro no cae).

J. - sí

D. - lo mueve más despacio.

J. - no

R. - sí, se mueve, se mueve continuo

J. - la inercia actúa en este caso

D. - la inercia actúa

J. - cuando cambia de lugar (el cronómetro) rápidamente, tiende a aplicar una fuerza.

O. - como en el camión

J. - por esta causa, para esta acción hay una reacción, la acción es hacia adelante y la acción es hacia atrás, entonces se queda en el mismo lugar

D. - se queda en el mismo lugar, vamos a ver. Si lo jalamos más rápido (el cronómetro se cae). ¿Qué pasó?

O. - es un movimiento de los dos cuerpos.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

D. - ambos se movieron.

J. - es el movimiento de los dos cuerpos.

D. - ¿ambos no se movieron?

O. - sí

R. - no

J. - sí

D. - pero aquí el de encima no se movió. (Tanto borrador como cronómetro).

O. - no

R. - no

J. - no

O. - sí, se mueve, como dije: mire, si es el movimiento, pero si, se mueve. Solamente si lo jalas rápidamente (lo jala) la inercia actúa.

R. - no cambia de lugar si está unido a esto (borrador) pero cuando es el tiempo de cambiarlo de lugar, cae, no como esto y la fuerza de la gravedad los unen, también cambia de lugar esto (el cronómetro).

D. - para esa razón se mueve también?

R. - sí

D. - respecto a esto, cuando vamos en un camión nos estamos moviendo con otros.

O. - sí

R. - sí

J. - sí

O. - sí, nos movemos porque el camión va de la misma manera que esto (empujó hacia adelante y hacia los demás) se mueve.

J. - no está haciendo referencia a ese movimiento, de su casa se sentó en el autobús todo el tiempo y llegó a la escuela.

D. - lo hizo cambiado de lugar o ¿no?

J. - fue sentado y no cambió de lugar casi nada.

O. - no

J. - no se desplazó, no se movió. Cambió de lugar pero no de posición porque fue sentado.

O. - porque no aplicamos una fuerza sobre ti, así que te moviste porque entraste en un transporte y subió por usted mismo y lo único que hiciste que fue sentarte, o ponerte de pie.

R. - pero cuando es desplazado al mismo tiempo que el autobús su motor está aplicando una fuerza al camión y por esa razón también es desplazó.

D. - finalmente nos movemos o somos movidos.

R. - sí

J. - no

D. - no nos movimos, fuimos desplazados.

R. - sí



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- J. - digo que moverse es cambiar de posición.  
D. - ¿para cambiar de posición?  
J. - para cambiar de posición, caminando, cambia de posición, así es.  
D. - está bien (cambia de lugares borrador con el cronómetro) ¿cambió de posición?  
J. - no, no  
O. - Cambiar de posición, cambiar un cuerpo de posición aplicándole una fuerza.  
D. - está bien. A eso (chrono) no le estoy aplicarlo una fuerza, sólo a esta (borrador), o ¿estoy poniendo una fuerza cuando lo cambio de lugar?  
J. - indirectamente, sí  
D. - cambio de posición  
O. - sí  
J. - sí  
J. - no porque tiene que hacerlo el movimiento (lo toca) así.  
D. - estamos de acuerdo, los cambia de lugar (borrador y chrono) a otro lado. ¿Cómo cambia de posición?  
J. - no, para mí no cambió de posición, para mí sólo cambió de lugar.  
D. - ¿qué cambio de posición? Dígame  
J. - nada  
D. - nada cambió de posición.  
J. - eso es  
D. - ¿entonces ¿cambiar de posición no es cambiar de lugar?  
O. - sí  
R. - sí  
J. - Aja, correcto.  
D. - ¿entonces ¿qué es cambiar de posición? Y que es cambiar de lugar?  
J. - cambiar de posición es tener un movimiento, que lo hace cambiar de lugar.  
O. - es cambiar la posición de un cuerpo, su estructura sin cambiar algo, pero solamente acomodarlo de otra manera, cambiarlo de lugar un poco, cambiarlo.  
D. - ¿eso es cambiar de posición?  
J. - eso es cambiar de posición.  
O. - Aja, y ser cambiado de lugar también puede ser lo mismo para ponerlo en otro lugar.  
J. - para ponerlo en otro lugar.  
D. - posición es cuando hacemos las rotaciones y lugar es cuando...  
O. - traduzco.  
J. - traduzco, para cambiar de lugar, es movimiento.  
O. - la posición va con el lugar y lo puse aquí y se mueve un poco  
D. - toma el borrador y lo rota, pregunta: ¿se está moviendo allí?  
O. - Aja  
J. - Aja



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- D. - (lo desplaza) ¿estoy cambiándolo de lugar?  
O. - Aja  
J. - Aja  
D. - aquí no estoy cambiándolo de lugar, (lo rotó) y aquí lo estoy cambiando de lugar (lo desplazó).  
J. - no en ambos casos se está cambiando de lugar.  
O. - en ambos casos se está moviendo.  
D. - ¿en ambos se está moviendo?  
O. - sí  
R. - sí  
J. - sí  
D. - en ambos se está moviendo.  
O. - el movimiento es mínimo pero de todos modos se mueve.  
D. - ¿cómo sabe usted que es mínimo?  
J. - no, en otras palabras, si hay algo eso.... Se está moviendo.  
D. - vean  
R. - se mueve junto con el borrador.  
D. - se mueve junto con el borrador.  
D. - bien estamos de acuerdo en lo que respecta a se mueve con eso, pero ya está cambiando de lugar y está cambiando el desplazamiento y está cambiando quién saber qué, pero la verdad es que está viéndolo moverse? Lo que significa que se movió?  
O. - sí  
D. - y nosotros supondremos que nos movemos ah.... Lo que pasa es que cuando los cambiamos de lugar de este modo (reemplaza el cronómetro sobre el borrador), ¿estamos de acuerdo en que también se movió?  
R. - sí  
D. - ¿qué fue cambiado de lugar?  
R. - el cronómetro  
J. - el respeto de cronómetro de este espacio.  
D. - ¿qué espacio?  
D. - ¿el borrador?  
R. - bueno, a la parte posterior del borrador.

Esta clase de las entrevistas ser ha hecho a tres grupos de la escuela preparatoria y a un estudiante del primer año grupo de física de la universidad. En estas entrevistas observamos que cuando la idea profesor se esfuma los estudiantes expresan sus propias ideas y reflexiones sobre su interpretación física del mundo. Ésta es la hipótesis principal del proyecto. Lo que el estudiante cree como un hecho es diferente del lo que dice en la clase porque sabe qué quiere el profesor que él repita. Un ejemplo indiscutible de esto es el próximo diálogo



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- D. - entonces.... ¿Qué es moverse?
- O. - para nosotros o qué nos han enseñado?

Podemos observar y se darnos cuenta en estos diálogos que hay una distancia entre el mundo en el que el estudiante vive, el explicado y analizado por él básicamente de su experiencia diaria, y el mundo que oficialmente presentamos en la clase de física. Esta distancia tiene tales magnitudes que cambia el significado de las palabras. Cuando hablamos de tales conceptos básicos como el movimiento podemos preguntar qué está implicando el profesor y ¿qué está comprendiendo, el estudiante?

El arte desarrollado por los estudiantes para repetir lo que saben que el profesor quiere escuchar puede ser tan refinado que dan la falsa impresión del conocimiento verdadero, la aprobación y la asimilación del concepto, cuando a decir verdad, como se ve en la entrevista, hay una dicotomía verdadera entre lo que es dicho y lo que es creído en por el estudiante. ¿Cómo puede esperar un profesor que sus estudiantes comprendan una teoría física si está fuera del contexto de su realidad?

Esto es cómo sintetizamos las ideas alrededor del concepto del movimiento como lo observamos en los estudiantes:

1. La idea del movimiento es el desplazamiento.
2. No es lo mismo de posición que cambio de lugar de cambio. El concepto del "Posición" no es equivalente al de "Lugar".
3. No hay ningún punto de referencia involucrado cuando alguien habla del movimiento de algo. La idea de un marco de la referencia es inexistente no les es necesario.
4. No hay una relación entre el movimiento y el tiempo. Los cuerpos pueden cambiar fuera de este parámetro.
5. La fuerza es una necesidad para el movimiento. Es sólo porque hay una fuerza que las cosas se mueven.

Los malentendidos alrededor de los conceptos "El cambio de posición" y el "Cambio de lugar" pueden ser explicados fácilmente debido a que en México, la posición es estar en un lugar preciso en cierta pose, por ejemplo sentado. En los términos militares, por ejemplo, hay órdenes como en posición de firmes en posición de descanso, de este modo los estudiantes relacionan el "Posición" con algunos aspectos de su vida diaria, así que pueden estar en posiciones diferentes en el mismo lugar.

A los estudiantes un cambio de lugar es equivalente al desplazamiento, para irse a donde sea, y es la cosa única que implica el movimiento. Esta clara diferencia de





<http://www.virtualeduca.org>

**Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006**

estado puede ser apreciada en la parte de autobús. ¿Se mueven o no? Si el movimiento implica un cambio de lugar mientras el estudiante se queda sentado en el autobús no se está moviendo, porque se queda en el mismo lugar (su asiento), aunque el autobús vaya de su casa a su escuela. Está claro que la referencia espacial no es necesaria en absoluto, pueden describir sus experiencias sin ella, en el lenguaje cotidiano.

Y en el tope hay una ausencia total del concepto del tiempo como un parámetro necesario para explicar y definir el movimiento. En realidad para un estudiante las cosas cambian pero no en el tiempo, por lo menos en una manera explícita. En este contexto, cómo se puede estructurar en ellos el concepto de velocidad? Esta confusión explica por qué creen que las cosas más rápidas llegan primero, e ignorar las condiciones iniciales de cualquier tipo.

Con base en las experiencias listadas anteriormente, percibíamos la urgencia detrás de la definición de las acciones y las experiencias que podía llevar a que alguien comprenda conceptos tan básicos y abandonar la práctica de enseñar un curso sobre la base de la premisa falsa (como mostramos) que esos conceptos son conocidos.

Estudiando la manera de planear y enseñar cursos de física, enfrentamos la incertidumbre sobre la claridad y la validez que los profesores de física tenían sobre el movimiento. También descubrimos que esta incertidumbre es similar a la de sus estudiantes.

### **3. TRABAJO CON PROFESORES**

Un análisis temprano sobre esto fue llevado a cabo con la ayuda once profesores de física del bachillerato de la UNAM, que eran partícipes del curso de formación en nuestra institución. Parte d este curso estaba dedicado a valorar y hablar de sus estrategias de clase al dar a sus propios compañeros profesores una clase. En esas clases uno de los investigadores tuvo la participación de estudiante y preguntaba a los profesores lo que encontramos en las entrevistas descritas de arriba.

Cuatro grupos de profesores impartieron la clase sobre el tema del movimiento, empezando con la pregunta ¿Qué es el movimiento? ¿Cuál son las condiciones necesarias y suficientes de decir que un objeto se está moviendo? Todas las clases fueron filmadas y analizadas.

Los resultados eran que el movimiento es un cambio de posición (lugar). Es importante notar que la idea sobre un punto de referencia o la presencia del tiempo como una



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

medición no estaban per se en ellos. Lo fue necesaria la participación de los investigadores en el papel de estudiantes para interrogar a los profesores para llegar al concepto de un punto de referencia aunque esto no fue conseguido ni formal ni rápidamente. A pesar de los esfuerzos la presencia del parámetro de tiempo nunca se les ocurrió hasta que el próximo razonamiento fue hecho

Investigador. (Cuando deja caer un borrador) por qué dicen que se movió?

Profesor 1. Porque cambió la posición con respecto a un punto fijo

Investigador. ¿Por qué dice usted que cambió la posición?

Profesor 2. Porque antes estaba arriba y después abajo, sobre la mesa.

Investigador: ¿por qué puedes decir que antes estaba arriba y después abajo? ¿Cómo lo puedes aseverar?

(Silencio generalizado)

Investigador: ¿qué pasa entre antes y después?

Profesor 2. El tiempo pasó

Investigador: ¡el tiempo pasó! ¡requieren el tiempo! Si entre el estar arriba y el estar abajo del borrador no hubiese transcurrido el tiempo, ¿Podrían hablar de un cambio de posición?

(Silencio)

Investigador: qué verían si el tiempo entre el estar arriba y el estar abajo del borrador es cero?

Profesor 3. Que entra en un instante

Investigador: no hemos definido qué ser entrar en un instante, por lo tanto no podemos usar el argumento de este profesor.

Profesor 1. No veríamos un cambio de posición.

#### **4. CONCLUSIONES**

Así que podemos observar que para el profesor de escuela preparatoria la idea del movimiento no está clara, por lo tanto es imposible que sus estudiantes puedan percibir el problema porque la necesidad de un punto de referencia y encima de todo la presencia del tiempo no es directa. Tomó tres horas para que los profesores se dieran cuenta del concepto.

Finalmente llegamos a la conclusión de que las cinco "Ideas" encontradas en los estudiantes sobre el movimiento están presentes en los profesores algunos de los cuales tienen cursos de postgrado de física.